

10 REG

16 SEP 2004 71217

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 août 2004 (19.08.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/069542 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : B41J 2/01,
B23K 26/18, 26/04, 26/02, 26/08

(71) Déposant et

(72) Inventeur : ACHER, Olivier [FR/FR]; 20 rue de la Pin-
sonnière, F-37260 MONTS (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/050020

(74) Mandataire : LEHU, Jean; c/o BREVATOME, 3, rue du
Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(22) Date de dépôt international :
21 janvier 2004 (21.01.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Langue de publication : français

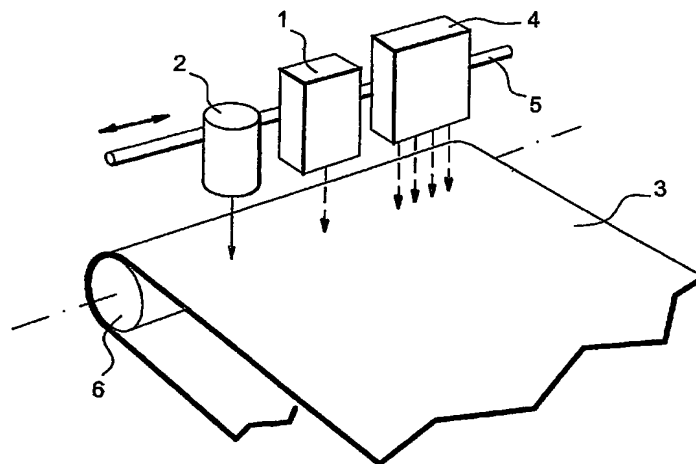
(30) Données relatives à la priorité :
0300911 28 janvier 2003 (28.01.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33 rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PERIPHERAL WHICH CAN BE USED TO PRINT AND CUT SHEETS OF PAPER USING A LOW-POWER LASER
SOURCE

(54) Titre : PERIPHERIQUE PERMETTANT L'IMPRESSION ET LA DECOUPE DE FEUILLES DE PAPIER A L'AIDE D'UNE
SOURCE LASER DE FAIBLE PUISSANCE



(57) Abstract: The invention relates to a peripheral device comprising means for printing a sheet of paper, means for cutting said piece of paper and means for receiving instructions. According to the invention, the printing means comprise: a first print head (4) which ejects ink in order to print the text or drawings onto the sheet of paper (3) in accordance with the instructions received; a second ink-ejection print head (1) which ejects ink in accordance with the instructions received; ink, known as absorbent ink, which can penetrate deeply into the paper, said absorbent ink being disposed at the areas to be cut; and cutting means comprising a low-power laser (2) which emits a laser beam at a wavelength that is absorbed by the areas that have been inked with the absorbent ink (7), the power of the laser being sufficient such as to cut the sheet of paper at the inked areas and/or to remove part of the paper. The invention also relates to a computer system comprising the aforementioned device and to a method of creating documents or paper objects using said computer system.

[Suite sur la page suivante]



WO 2004/069542 A1



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un dispositif périphérique comprenant des moyens d'impression d'une feuille de papier, des moyens de découpe de ladite feuille de papier et des moyens de réception d'instructions. Les moyens d'impression comportent une première tête d'impression (4) par éjection d'encre pour imprimer du texte ou des dessins sur la feuille de papier (3) en fonction des instructions reçues, une deuxième tête d'impression (1) par éjection d'encre pour éjecter en fonction des instructions reçues une encre, dite encre absorbante, capable de pénétrer en profondeur dans la feuille de papier, l'encre absorbante étant déposée aux endroits à découper, et les moyens de découpe comportent un laser (2) de faible puissance émettant un faisceau laser à une longueur d'onde absorbée par les endroits encrés à l'encre absorbante (7), la puissance du laser étant suffisante pour obtenir la découpe de la feuille de papier aux endroits encrés et/ou une ablation partielle du papier. L'invention concerne également un système informatique incluant ledit dispositif et un procédé de création de documents ou d'objets papiers utilisant ledit système informatique.

**PERIPHERIQUE PERMETTANT L'IMPRESSION
ET LA DECOUPE DE FEUILLES DE PAPIER
A L'AIDE D'UNE SOURCE LASER DE FAIBLE PUISSANCE**

5

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un dispositif permettant à la fois d'imprimer des feuilles de papier et de les découper à l'aide d'une source laser à bas coût.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Les ordinateurs sont de puissants outils de conception d'objets matériels, mais ils nécessitent l'utilisation d'un périphérique pour passer de la conception à la réalisation desdits objets matériels.

Il existe de nombreux dispositifs permettant la réalisation desdits objets définis à partir d'un ordinateur, comme par exemple les outils à commande numérique, les machines de prototypage rapide et les machines de stéréolithographie. Cependant, ces périphériques mettent en jeu des technologies dont le coût n'a pas été abaissé à des valeurs qui permettraient d'en faire des périphériques grand public. De plus, ils mettent également en jeu des matières coûteuses.

Les périphériques d'impression ou imprimantes, en étant d'un coût très limité et en utilisant le papier, matière première à faible coût et

très répandue, sont actuellement les seuls périphériques largement répandus dans le commerce. Cependant, les objets réalisés avec ces périphériques d'impression ont leurs caractéristiques géométriques entièrement fixées par la géométrie du support de
5 départ : papier de format standard, support d'étiquettes, cartes prédécoupées, etc... Il est parfois possible de transformer les objets bidimensionnels, en papier ou en carton léger, en des objets de géométrie plus complexe ou en des objets tridimensionnels en
10 utilisant des supports dont les plis sont marqués. Mais cela nécessite des supports spéciaux coûteux, et pour chaque géométrie finale de l'objet, il faut un papier spécifique prédécoupé, préencollé, avec un marquage de
15 plis.

Par ailleurs, il existe de nombreuses techniques de découpe du papier.

Tout d'abord, il y a la technique de la découpe au moyen de lames, mais cette technique n'est
20 adaptée qu'à la réalisation de découpes droites.

L'utilisation de découpe à l'emporte-pièce (ou « dye cutting » en anglais) n'est quant à elle adaptée qu'à la réalisation d'objets prédéfinis, correspondant à la forme de découpe de l'emporte pièce.

25 La découpe du papier au moyen d'un laser est bien connue en temps que procédé industriel. En particulier, l'utilisation de la découpe laser du papier à des fins de création de document a été rapportée (voir le document [1] dans la bibliographie
30 en fin de description), ainsi que pour créer des objets tridimensionnels (document [2]). Dans tous ces cas, la

découpe laser est destinée à être réalisée sur des installations professionnelles, en grande série, et généralement sur des empilements de feuilles. De plus, les lasers utilisés, de plusieurs dizaines de watts, sont d'un coût élevé. En effet, les lasers CO₂ généralement utilisés émettent à une longueur d'onde de 10,6 μm , ont un encombrement significatif, un coût notable, et nécessitent une alimentation haute tension qui contribue significativement au coût. Par ailleurs, ces lasers nécessitent une certaine maintenance et posent des contraintes de sécurité. Pour toutes ces raisons, les lasers comme moyens de découpe ne sont pas adaptés à une utilisation dans un périphérique personnel de grande diffusion.

15

Pour pouvoir utiliser les lasers comme moyens de découpe du papier dans un périphérique d'impression destiné au grand public, il faudrait utiliser un laser de faible coût et dont les contraintes de sécurité soient peu nombreuses.

20

Les diodes laser à semi-conducteur sont des lasers « état solide » attrayants en terme de coût, et qui permettent en général de se passer de systèmes de refroidissement par fluide. Sachant que plus on augmente la puissance des diodes lasers, plus les contraintes en terme de système de refroidissement sont importantes et plus le coût du dispositif augmente, on choisit des diodes lasers dont la puissance en continu est de l'ordre de 1 à 2 watts. La zone active de ces diodes laser par laquelle sort le rayonnement est de l'ordre de 100 μm x 1 μm .

25
30

Cependant, malgré leur attrait, l'utilisation de diodes lasers de quelques watts de puissance pour la découpe du papier se heurte à plusieurs types de difficultés.

5 Le premier problème à surmonter est que la puissance de ces diodes est inférieure aux puissances classiques utilisées pour la découpe du papier. On pourrait penser y remédier en conservant une densité de puissance importante grâce à une focalisation très
10 poussée : le rayonnement issu de la diode laser pourrait être collecté par une fibre optique et être bien focalisé à l'aide de lentilles ou de miroirs adéquats. Mais étant donné la divergence significative de ces diodes (de l'ordre de 30°), la focalisation de
15 l'énergie sera limitée, non seulement par les caractéristiques du système optique, mais aussi par la profondeur de champ souhaitée.

Par ailleurs, lorsqu'on choisit un laser adapté à la découpe du papier, on doit tenir compte de
20 la longueur d'onde dudit laser. On sait en effet que l'efficacité de découpe est directement liée à l'absorption de la longueur d'onde du laser par le matériau à découper. Ici, vu que l'on désire travailler avec une diode laser de faible puissance (1 à 2 watts),
25 on doit travailler avec une diode émettant dans le proche infrarouge. Or, le papier bureautique standard est très peu absorbant dans le proche infrarouge. Cela est lié au fait qu'il est blanc (c'est à dire non absorbant) sur tout le spectre visible, et que cette
30 caractéristique due à la blancheur du papier n'évolue que très progressivement avec la longueur d'onde. Des

mesures sur un papier bureautique standard, dont la masse est de 80 g/m^2 , montrent en effet que dans la plage 800 nm à 1000 nm, 75% de la lumière est réfléchiée et seulement 23% de la lumière est transmise. Il y a donc moins de 5% de l'intensité lumineuse qui est absorbée. C'est une situation très différente de celle rencontrée lorsqu'on utilise des lasers CO_2 , où presque toute la lumière émise est absorbée. Cela réduit donc, au moins par un facteur 20, la puissance réellement disponible pour la découpe d'un papier bureautique standard, lorsque l'on utilise un laser émettant dans le proche infrarouge au lieu d'un laser CO_2 . Un autre aspect défavorable à l'utilisation de diodes lasers de faible puissance pour la découpe de papier réside donc dans le fait que les diodes de faible puissance les plus accessibles en terme de coût émettent à des longueurs d'ondes comprises entre 600 nm et 1300 nm, plage dans laquelle le papier est très peu absorbant.

Les densités classiquement utilisées pour découper le papier sont de l'ordre de 500 kW/cm^2 , comme l'indique notamment le document [3]. Dans ce document, le laser CO_2 est utilisé en mode pulsé, ceci afin de travailler avec une puissance moyenne limitée et une qualité de découpe excellente associée à une puissance crête élevée. Les vitesses de découpe associées sont de l'ordre de 150 m/min pour un laser de 250 watts (voir document [4]). Or dans le cas d'une diode laser de puissance égale à 1 watt, focalisée sur une surface de $100 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$, dont on a vu que c'était à peu près le mieux que l'on pouvait attendre, la densité de puissance incidente est de 20 kW/cm^2 , soit au moins un

ordre de grandeur en dessous de ce qui est pratiqué classiquement. Comme moins de 5% de la densité de puissance est absorbée, la densité de puissance utile est de l'ordre de 1 kW/cm², soit 500 fois moins que la densité de puissance classiquement utilisée.

Enfin, même en travaillant avec des densités de puissance bien inférieures à celles classiquement utilisées, le risque de brûler le papier est toujours présent, pourvu que l'on diminue de manière conséquente la vitesse de découpe. En effet, une zone donnée du papier va s'échauffer d'autant plus qu'elle restera plus longtemps illuminée par le spot laser. Cependant, une partie de la chaleur apportée va diffuser sur une distance caractéristique (qui est la racine carrée du produit de la diffusivité thermique, par le temps de séjour nécessaire pour conduire à la combustion de la zone éclairée). Si cette longueur caractéristique dépasse la dizaine de μm , il apparaîtra une zone brunie sur les bords de la découpe, ce qui affectera l'esthétique de cette découpe. Si cette zone est plus large, alors il y aura un risque pour que le papier s'enflamme et brûle, même en dehors de la zone illuminée.

Il est connu que pour réaliser des découpes avec des puissances faibles, on peut travailler avec des lasers pulsés, avec des pulses très courts et très énergétiques. On obtient ainsi des densités de puissance instantanées importantes. Les lasers YAG sont largement utilisés pour la découpe ou l'ablation en régime pulsé, mais là encore, les diodes lasers à

faible coût ne sont pas très performantes pour réaliser des pulses très intenses et brefs.

L'utilisation de lasers pulsés sur des
5 papiers recouverts d'encre ou de taches a déjà été
étudiée (voir documents [5] et [6]). Mais dans ces deux
cas, il s'agissait de nettoyer et de supprimer l'encre
ou les salissures absorbantes à la longueur d'onde du
laser, et ceci sans abîmer le papier. L'utilisation de
10 lasers présentant des fortes puissances crêtes, c'est-
à-dire supérieures à la dizaine de kW, permet ici
d'enlever l'encre absorbante à la longueur d'onde du
laser sans abîmer le papier.

De même, l'utilisation de structures
15 prédécoupées ou comportant des lignes de pliage facile
et destinées à être imprimées à l'aide d'imprimantes
personnelles a été aussi rapportée dans le document
[7]. Cependant, les opérations de pré-découpages ou de
marquages de plis du papier sont ici préalables à
20 l'utilisation, par le client final, d'un ordinateur et
d'une imprimante, assurant seulement des fonctions de
décoration et de marquage en vue de l'aide à
l'utilisation d'un papier prédécoupé et préencollé. Des
logiciels, destinés à la création de structures
25 tridimensionnelles imprimées, et en particulier pour
des emballages, sont connus. Cependant, ces logiciels
sont destinés à être interfacés avec des moyens
industriels de production en série de ces emballages,
et non pas pour leur production unitaire [logiciel
30 ORIGAMI].

Enfin, il existe des imprimantes permettant de découper le papier, comme par exemple les imprimantes délivrant les tickets de transport, qui peuvent découper le ticket créé (préalablement imprimé) à partir d'un rouleau de papier continu vierge. Cependant, les solutions techniques utilisées pour cela (passage d'un couteau) ne peuvent être extrapolées à la réalisation de découpes de formes complexes.

10 EXPOSÉ DE L'INVENTION

Jusqu'à présent, il n'était pas possible d'imprimer et de découper des feuilles de papier standard avec un dispositif de faible coût à la fois peu exigeant au niveau de la maintenance et fiable au niveau de la sécurité. Avec la présente invention, on résout les problèmes de l'art antérieur à l'aide d'un dispositif périphérique comprenant des moyens d'impression d'une feuille de papier, des moyens de découpe de ladite feuille de papier et des moyens de réception d'instructions, caractérisé en ce que les moyens d'impression comportent une première tête d'impression par éjection d'encre, alimentée par une cartouche d'encre conventionnelle, pour imprimer du texte ou des dessins sur la feuille de papier en fonction des instructions reçues, une deuxième tête d'impression par éjection d'encre, alimentée par une cartouche d'encre absorbante capable de pénétrer en profondeur dans la feuille de papier, pour éjecter en fonction des instructions reçues l'encre sur des endroits à découper, et les moyens de découpe comportent un laser de faible puissance émettant, en

fonction d'instructions reçues, un faisceau laser à une longueur d'onde absorbée par les endroits encrés à l'encre absorbante, la puissance du laser étant suffisante pour obtenir la découpe de la feuille de papier aux endroits encrés et/ou une ablation partielle du papier.

En d'autres termes, en plus de la capacité à imprimer en noir et blanc et/ou en couleur, le dispositif d'impression selon l'invention est en outre capable d'imprimer des motifs de découpe, partielle ou totale, avec une encre absorbante à la longueur d'onde de fonctionnement du laser. Après avoir imprimé les motifs de découpe avec l'encre absorbante sur la feuille de papier, le laser vient ensuite balayer ces zones de papier rendues préalablement absorbantes afin d'assurer la découpe du papier. En rendant le papier absorbant aux endroits spécifiques du tracé de découpe et à la longueur d'onde utile du laser utilisé, on parvient ainsi à découper les papiers bureautiques standards avec des lasers de faible puissance, mais surtout de faible coût.

Notons que les impressions se feront par jet d'encre ou par toute autre technologie reposant sur l'éjection d'encre à partir d'une tête d'impression

Le dispositif selon l'invention comporte deux sortes d'encre : l'encre ou les encres destinée(s) à l'impression du papier et l'encre nécessaire à la découpe du papier. Cette dernière encre possède des caractéristiques particulières.

Tout d'abord, cette encre doit être absorbante à la longueur d'onde d'émission du laser. Elle peut pour cela comporter des pigments minéraux ou organiques. Les pigments minéraux peuvent éventuellement consister en
5 des particules très fines, d'un diamètre inférieur à 100 nm. Ce sont ces pigments qui assureront l'absorption à la longueur d'onde spécifiée.

D'autre part et contrairement aux encres classiques utilisées dans les imprimantes, cette encre est en plus
10 formulée pour pénétrer significativement dans la profondeur du papier, voire même traverser ledit papier. On pourra utiliser dans ce but une encre comportant un solvant qui pénètre bien dans le papier, comme par exemple les encres pour marqueurs permanents.
15 Avantageusement, ce solvant sera organique et facilement vaporisable. C'est le solvant qui assurera le transport des pigments lors de l'opération d'encrage et le transport dans l'épaisseur du papier.

Pour récapituler, l'encre absorbante selon
20 l'invention comporte des pigments minéraux ou organiques et un solvant.

Avantageusement, l'encre sera conçue de sorte que les endroits encrés à l'encre absorbante absorbent au moins 50% du faisceau laser à sa longueur
25 d'onde de fonctionnement. De préférence, ces endroits encrés absorberont 80% ou plus du faisceau laser.

De même, l'encre absorbante doit conserver ces bonnes propriétés d'absorption à la longueur d'onde du laser jusqu'à une température d'au moins 200°C et de
30 préférence jusqu'à 250°C. En effet, on a constaté qu'à partir de 270°C, le papier brunit et devient absorbant

dans l'infrarouge (absorption de 80 % à 800 nm, et de 35 % à 1000 nm). Il n'est donc pas indispensable que l'encre absorbante conserve ses propriétés d'absorption au-delà de 270°C. Par contre, un traitement thermique court à 250°C révèle que les propriétés infrarouges du papier bureautique standard évoluent peu à cette température. Il est donc nécessaire que l'encre absorbante remplisse sa fonction d'absorption jusqu'à une température proche de 250°C.

On pourra choisir d'amplifier la combustion de l'encre absorbante en augmentant son caractère exothermique, c'est-à-dire en ajoutant dans l'encre un constituant à fort pouvoir exothermique dont l'ignition démarrerait à une température déterminée. Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, l'encre absorbante comportera donc un constituant qui produit une combustion exothermique lorsqu'il atteint une température critique, cette température critique étant comprise entre 150°C et 400°C.

Par ailleurs, le papier découpé ou l'objet tridimensionnel final devant avoir une esthétique soignée, il importe que l'encre absorbante qui permet la découpe n'affecte que peu ou pas l'esthétique du rendu final de l'objet en papier. Le fait que l'encre soit absorbée par le papier peut cependant, selon la qualité du papier, conduire à de légères bavures de l'encre en dehors des traits de découpe. Une solution pour conserver la qualité esthétique finale du papier découpé est alors d'utiliser une encre à la fois

absorbante dans le proche infrarouge, mais également transparente ou bien blanche dans le visible.

Selon un premier mode de réalisation, l'encre absorbante sera donc incolore dans le domaine visible.

Selon un deuxième mode de réalisation, l'encre absorbante sera blanche dans le domaine visible.

La figure 3 illustre l'absorption 14 d'un papier bureautique standard en fonction de la longueur d'onde, l'absorption 15 d'un papier après encrage avec une encre absorbante à la longueur d'onde du laser et ne présentant pas ou peu de pertes dans le domaine visible, et l'absorption 16 d'un papier après encrage avec une encre absorbante à la longueur d'onde du laser, cette encre affectant l'aspect visible du papier encré.

La deuxième tête d'impression (contenant l'encre absorbante) va éjecter de l'encre de façon à imprimer des motifs sous forme de traits, de tirets ou de points dont la largeur n'excède pas 500 μm . En particulier, ces motifs imprimés avec l'encre absorbante seront principalement des lignes (continues, tiretées ou pointillées) de largeur comprise entre 10 μm et 500 μm . Ces dimensions sont accessibles avec les résolutions typiques des imprimantes à jet d'encre, bulle d'encre, etc... On notera qu'une résolution de 600 dpi correspond à des points de diamètres de 40 μm . Préférentiellement, la largeur des lignes sera comprise entre 50 μm et 200 μm .

On notera l'importance d'avoir une bonne définition sur les traits réalisés avec cette encre, ce qui permet d'éviter que la combustion de l'encre ne s'étende à tout le papier et éviter ainsi les risques d'incendies.

Pour obtenir cette bonne définition sur les traits tout en ayant une quantité suffisante d'encre absorbante projetée sur le papier, la deuxième tête d'impression par éjection d'encre contenant l'encre absorbante éjectera de préférence une quantité d'encre comprise entre 0,5 et 5 nl par mm de trait de découpe.

On choisira avantageusement de déposer l'encre absorbante sur la face du papier opposée à celle sur laquelle sera effectuée la découpe.

Et si le dispositif possède un système de retournement de la feuille, on pourra choisir d'encre les deux faces de la feuille de papier.

Concernant le laser présent dans le dispositif selon l'invention, il possède des caractéristiques de focalisation et de balayage particulières.

Tout d'abord, le laser émet un faisceau laser à une longueur d'onde comprise entre 650 et 1600 nm. Préférentiellement, la longueur d'onde d'émission du laser se situera dans la gamme 800 nm à 1100 nm.

Avantageusement, la puissance lumineuse moyenne du laser est comprise entre 0,5 et 10 watts, mais sera préférentiellement comprise entre 1 et 4 watts.

Le laser fonctionnera en continu ou en mode pulsé, au choix, mais, si le laser fonctionne en mode pulsé, il aura dans tous les cas des puissances de crêtes n'excédant pas 100 fois la puissance moyenne. De
5 préférence, les puissances de crêtes n'excéderont pas 10 fois cette puissance.

Selon un mode particulier de l'invention, le laser comprendra une ou de plusieurs diodes lasers semi-conductrices.

10

Avantageusement, le laser pourra comprendre un dispositif de focalisation du faisceau laser, ceci afin que le dispositif de focalisation fournisse une tache lumineuse ou spot dont les dimensions seront
15 comprises entre 10 μm et 400 μm , sur une profondeur de champ d'au moins 80 μm .

Préférentiellement, la tache lumineuse de focalisation aura une surface comprise entre $2 \cdot 10^{-3}$ et $4 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$. On notera que l'on se trouve là dans des
20 gammes typiques de densités de puissances nettement inférieures à ce qui est recommandé par l'état de l'art : 4 W sur $2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$ correspond à une densité de puissance de 200 kW/cm^2 et 1 W sur $4 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$ correspond à une densité de puissance de 2,5 kW/cm^2 .

25

La vitesse de déplacement du faisceau laser sera préférentiellement comprise entre, par exemple, 30 cm/min et 10 m/min si l'on utilise une diode laser de 10 watts, et entre 30 cm/min et inférieure à 2 m/min pour le cas préférentiel où l'on utilise une diode
30 laser de 2 watts.

Les manières d'obtenir des déplacements relatifs entre un laser et un objet à découper sont largement connus de l'homme du métier. De même, les moyens de préhension et de défilement du papier dans un périphérique d'impression ou de reproduction sont connus. De préférence, les moyens d'impression et les moyens de découpe de la feuille de papier seront situés sur un même chariot de déplacement latéral : on positionnera les fonctions d'impression et de découpe laser sur le même dispositif d'entraînement du papier, ceci afin de permettre une excellente concordance entre les positions des traits d'encrage et la découpe laser, en particulier si la zone d'émission laser est portée par le même chariot de déplacement transverse que les têtes d'impression.

Cependant, à la différence des têtes d'impression qui sont capables d'imprimer instantanément une zone d'une certaine longueur grâce à leurs multiples buses et qui génèrent donc des à-coups d'avance du papier de plusieurs mm, le laser nécessite en général des mouvements réguliers du dispositif d'entraînement du papier à une vitesse qui est dépendante du motif à tracer. Pendant la découpe d'un trait longitudinal par exemple, il est souhaitable que le mécanisme d'avance du papier entraîne celui-ci à une vitesse régulière, fixée par la vitesse de découpe. Pendant la réalisation d'un trait latéral, au contraire, seul le chariot de déplacement latéral du laser bouge, le papier n'avançant pas.

Ainsi, s'il est fondamental que l'encrage absorbant et la découpe laser soient fait en cohérence,

les contraintes en terme d'avance papier et d'avance chariot sont différentes.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, on n'installe qu'un seul système d'entraînement du papier : la feuille de papier est d'abord encrée lors d'un premier défilement qui ne libère pas la feuille, puis celle-ci est replacée en position initiale afin que la découpe laser puisse avoir lieu.

Dans un deuxième mode de réalisation, le dispositif périphérique selon l'invention comporte deux zones d'entraînement de la feuille de papier, l'une des zones d'entraînement étant réservée à l'encrage, l'autre à la découpe. Ces deux zones d'entraînement sont toutefois capables de prendre les mêmes repères sur le papier (en particulier grâce aux opérations d'alignement). Selon ce deuxième mode de réalisation, les moyens de découpe seront donc en aval des moyens d'impression sur le chemin du papier.

L'avantage d'un tel système est essentiellement la vitesse de réalisation de l'impression et de la découpe.

Selon un troisième mode de réalisation, le dispositif de manipulation du papier autorise le passage du papier à la fois sur le recto et sur le verso. Dans ce cas, si l'on désire réaliser des découpes partielles destinées au marquage de pli, celles-ci seront réalisées sur la face opposée au pliage visée.

Bien entendu, dans tous ces cas, on peut aussi envisager de laisser le laser fixe et de le

coupler à une fibre optique, la tête de découpe étant alors constituée de l'extrémité de la fibre optique par lequel sort le rayonnement laser et de son système de focalisation. Dans ce cas, ce sera la tête de découpe
5 qui se déplacera.

Par ailleurs, il est souhaitable de prendre des précautions particulières afin d'éviter que la feuille de papier ne s'enflamme lors de sa découpe.
10 Ceci est d'autant plus vrai que dans une utilisation non professionnelle, le support inséré dans le dispositif selon l'invention peut non seulement être une feuille de papier adéquate, mais aussi un support papier de mauvaise qualité plus ou moins inflammable,
15 éventuellement souillé par de l'alcool ou tout autre produit inflammable.

Afin de prévenir les risques de combustion du papier, même avec des supports très inflammables, on pourra préférer qu'au moins une face de la feuille de
20 papier au voisinage de la zone illuminée par le laser se trouve en contact avec un matériau dont la diffusivité thermique serait au minimum de $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, soit dix fois supérieure à celle du papier, et préférentiellement supérieur à $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. En effet, le
25 matériau à forte diffusivité agit alors comme un puits de chaleur, et peut ainsi éviter que la combustion ne soit entretenue. Le matériau pourrait être constitué d'une matière conduisant bien la chaleur (du cuivre par exemple). Pour réaliser ce puits de chaleur, on peut
30 disposer le papier sur un rouleau d'entraînement qui présenterait ces caractéristiques thermiques. De même,

le matériau en contact avec la feuille de papier au voisinage de la zone illuminée par le laser peut être sous la forme d'une tête de découpe laser qui comporterait :

- 5 - une zone de contact avec la feuille ayant une surface d'au moins $0,5\text{cm}^2$,
- une partie ajourée dans cette zone de contact permettant le passage du faisceau laser et ayant, à l'endroit où elle est en contact avec le papier, une
- 10 section égale ou supérieure à 1mm^2 ,
- une arrivée d'air pur et un conduit d'évacuation des fumées de combustion permettant d'évacuer les fumées et les débris de papier générés de manière normale par l'opération de découpe.
- 15 Une coupe d'une réalisation possible d'une tête de découpe comportant une zone de contact périphérique à la découpe est représentée dans la figure 6. Dans cet exemple de réalisation, la tête de découpe comporte une
- 20 pièce en matière à forte conductivité thermique 17, ladite pièce étant ajourée pour recevoir l'optique de focalisation 18 du faisceau laser 19, et percée de trous permettant l'arrivée d'air 20 nécessaire à la combustion du papier et l'évacuation 21 des gaz et des
- 25 particules de combustion. Notons que dans la figure 6, les éléments 20 et 21 sont sous la forme de tubes.

On a vu plus haut que l'encrage absorbant et la découpe laser devaient être fait en cohérence. Pour cela, il faut qu'il y ait alignement du faisceau

30 laser avec la cartouche absorbante, ainsi qu'alignement des fonctionnalités d'impression avec celles de

découpe. La nécessité d'avoir une bonne correspondance entre les traits (ou les trous ou les découpes partielles) de marquage à l'encre absorbante et le balayage du faisceau laser, alors même que l'opérateur
5 peut avoir à changer les cartouches d'encre de marquage, peut nécessiter une procédure d'alignement entre les cartouches d'encre et le laser. Une telle procédure est classique sur les imprimantes à jet d'encre, en particulier après chaque changement de
10 cartouche, où il est nécessaire de déterminer les éventuels décalages entre les positions effectives des cartouches et leur position nominale. De manière générale, ces décalages résiduels sont inférieurs à 500µm.

15 L'alignement se fait classiquement sur le principe du vernier. Deux têtes d'impression à aligner impriment des paires de traits situés dans la continuité l'un de l'autre et présentant de petits décalages. L'observateur indique alors, à l'imprimante
20 ou à l'ordinateur qui la pilote, quels sont les jeux de traits bien alignés, permettant ainsi de connaître les décalages résiduels et d'y remédier (par exemple de manière logicielle). Dans notre invention, il s'agit de mettre en cohérence une cartouche d'encre absorbante et
25 le spot laser. Comme l'encre absorbante dans l'infrarouge est, de manière préférentielle, peu ou pas visible dans le domaine visible, on comprend qu'il convient de trouver un nouveau procédé pour aligner le faisceau laser avec la cartouche absorbante.

30 La procédure d'alignement du faisceau laser par rapport à une cartouche d'encre conventionnelle

pourra par exemple être réalisée de la manière suivante. Tout d'abord, une première série de marques parallèles est réalisée sur une feuille à l'aide d'une cartouche d'encre de la première tête d'impression
5 (encre noire ou de couleur). Ces marques sont séparées d'un espace ou pas déterminé (appelé premier pas déterminé). Puis, on réalise une deuxième série de marques parallèles, en face de la première série de marques, à l'aide de la cartouche d'encre de la
10 deuxième tête d'impression (encre absorbante). Ces marques ont une largeur d'encrage suffisante pour compenser le désalignement possible entre la cartouche d'encre absorbante et le laser, et sont espacées d'un pas déterminé différent du premier pas séparant les
15 marques réalisées à l'encre noire ou de couleur. Des découpes laser (partielles ou totales) sont alors réalisées à l'aide du laser sur la série de marques encrées à l'encre absorbante. L'observation des découpes permet à l'opérateur d'indiquer à l'imprimante
20 ou à l'ordinateur pilote quelles sont les marques (imprimées à l'encre conventionnelle, c'est-à-dire noire ou de couleur) qui coïncident avec les découpes, et ainsi de connaître les bonnes conditions d'alignement.

25 Il est souhaitable aussi d'assurer l'alignement entre la cartouche d'encre absorbante et le faisceau laser. Dans un premier temps, on pourra réaliser une zone de marques parallèles sur une feuille de papier à l'aide de la cartouche d'encre absorbante
30 de la deuxième tête d'impression, chaque marque ayant une largeur ne dépassant pas celle du spot laser et

- chaque marque étant séparée d'un premier pas ou espace déterminé. Puis, on utilisera le faisceau laser pour réaliser des lignes de spots dans la zone de marques précédemment réalisée, les lignes de spots étant
- 5 parallèles aux marques précédentes et étant séparées d'un pas déterminé différent du premier pas séparant les marques. Enfin, en observant les marques, on pourra désigner à l'imprimante ou à l'ordinateur pilote
- 10 quelles marques auront subi une découpe.
- On aura intérêt à réaliser les marques sous forme de motifs délimitant des volets (voir figure 7), de sorte que l'on puisse s'assurer de l'état complet ou non de la découpe simplement en appuyant du doigt sur le volet, de façon à observer si celui-ci s'ouvre ou non.
- 15 Le repérage des différents volets de test, nécessaire pour que l'utilisateur puisse indiquer au système lequel correspond effectivement au rattrapage des jeux résiduels, se fera à l'aide de la fonction conventionnelle d'impression. Ainsi, l'observation des
- 20 découpes permettra de désigner à l'imprimante ou à l'ordinateur pilote les marques imprimées qui coïncident avec les découpes. Par exemple, on a, dans la figure 7, un motif imprimé sur un support papier 3
- 25 encre avec de l'encre absorbante et comportant des indications 24 imprimées à l'encre « conventionnelle » (encre noire ou de couleur, c'est-à-dire l'encre classique d'impression). Ce motif est destiné à la procédure d'alignement du laser et de la tête d'encre d'encre absorbante. Il comporte une pluralité de bandes
- 30 fines 22 encrées à l'encre absorbante qui ne permettent la découpe du papier que s'il y a coïncidence entre le

trait encre et le laser avec la précision d'alignement
recherchée, et des bandes encrées larges 23,
orthogonales aux précédentes, qui permettent la découpe
complète du papier même en tenant compte de
5 l'incertitude d'alignement.

Enfin, on peut prévoir un troisième
ajustement qui consisterait à déterminer la vitesse
adéquate pour permettre une découpe complète. En effet,
10 la connaissance imparfaite de la puissance laser, les
dérives de celles-ci, la nature plus ou moins épaisse
du papier et son aptitude plus ou moins bonne à
absorber l'encre absorbante etc..., tous ces paramètres
peuvent conduire à des variations des vitesses de
15 balayage du laser nécessaires à la découpe complète.
Pour réaliser cet ajustement, on peut effectuer des
marques (préférentiellement sous forme de volets) à
l'aide de la cartouche d'encre de la deuxième tête
d'impression (encre absorbante) sur une feuille de
20 papier et effectuer des passages du spot laser sur
celles-ci à différentes vitesses. Le repérage et
l'observation par l'opérateur des conditions à partir
desquelles on obtient une découpe complète lui
permettent de désigner le repère correspondant sur le
25 périphérique ou bien sur l'ordinateur qui le commande.
Cette désignation est facilitée par le fait qu'il est
possible d'inscrire en clair sur le papier les
références des différentes marques grâce à la fonction
d'impression.

Par ailleurs, il est intéressant d'avoir un système informatique comprenant, d'une part un ordinateur et un logiciel, et d'autre part un dispositif périphérique selon l'invention. L'ordinateur et le logiciel vont permettre de définir des motifs à découper en cohérence avec les motifs à imprimer que l'on veut réaliser sur une feuille de papier, et ils vont fournir au dispositif périphérique des instructions permettant à ce dernier de réaliser ces impressions et découpes.

Dans l'invention, on adoptera de manière préférentielle un défilement de la feuille selon une direction et le balayage du faisceau laser dans la direction perpendiculaire, comme cela est souvent réalisé dans le cas des imprimantes.

Pour faciliter la manipulation du papier par le périphérique selon l'invention et éviter que des morceaux découpés ne viennent perturber le fonctionnement du mécanisme d'entraînement, il peut être intéressant que l'ordinateur et le logiciel fournissent également des instructions au dispositif périphérique lui permettant de réaliser des interruptions (ou languettes) dans la découpe du papier par rapport au motif de découpe visé. L'ordinateur et le logiciel déterminent des zones dans lesquelles le laser du dispositif se contentera de fragiliser le papier plutôt que de le découper totalement, laissant le soin à l'opérateur de détacher plus tard les chutes des zones utiles. Cela permettra ainsi à la feuille de papier de sortir en un seul morceau du dispositif et d'éviter les bourrages. L'ordinateur et le logiciel

pourront se charger de placer les languettes de manière judicieuse, en fonction des caractéristiques mécaniques du papier et de l'ergonomie.

Avantageusement, le système informatique
5 pourra faciliter la tâche de l'utilisateur en l'aidant à repérer les parties à détacher et à jeter, en faisant réaliser au dispositif périphérique des motifs reconnaissables ou des instructions sur lesdites parties ou des parties cachées de l'objet final
10 permettant à l'utilisateur de repérer facilement quoi détacher et éventuellement quoi jeter. En d'autres termes, le système informatique distingue les zones de papier découpées à éliminer à l'aide d'un marquage approprié réalisé avec la première tête d'impression.

15

Selon l'invention, on procède également à la création de documents ou d'objets papiers en utilisant le système informatique tel que défini précédemment.

20 De même, si un certain nombre de réalisations rendues possibles par l'invention sont des éléments en papier qui ne nécessitent pas de collage, une autre possibilité offerte par l'invention est de réaliser, par exemple, des objets papiers assemblés par collage.
25 Or, pour l'obtention d'un résultat de bonne qualité et pour des raisons pratiques, il serait attrayant de pouvoir réaliser l'encollage des divers objets papiers au moyen du même dispositif que celui ayant servi à leur impression et à leur découpage. Ainsi, on procède
30 à la réalisation d'une structure collée en suivant les étapes suivantes. Tout d'abord, on réalise un document

à partir d'une feuille de papier au moyen du système informatique selon l'invention, ledit document comportant au moins une partie à encoller repérée par un motif d'encollage. Puis on fournit au dispositif

5 phériphérique un multicouche comportant successivement un support siliconé 25, un film d'adhésif 26 et une pellicule superficielle imprimable 27. Les éléments constituant ce multicouche ont des particularités :

10 - le film d'adhésif adhère mieux à la pellicule qu'au support siliconé, et adhère mieux au document réalisé dans la première étape (c'est-à-dire, le document que l'on veut encoller) qu'à la pellicule superficielle,

15 L'adhésion de l'adhésif sur le support siliconé doit être moins bonne que sur la pellicule superficielle, de façon à ce que l'opérateur puisse décoller facilement l'ensemble constitué du film d'adhésif et de la pellicule superficielle imprimable.

20 - la pellicule et le film d'adhésif sont absorbants à la longueur d'onde de fonctionnement du laser.

Les caractéristiques d'absorption de l'adhésif et de la pellicule superficielle sont suffisantes pour obtenir une découpe avec le laser avec une bonne efficacité.

25 Le support siliconé, quant à lui, sera choisi de sorte que ses caractéristiques thermiques et d'absorption lui permettent d'être peu ou pas affecté par le laser, compte tenu aussi des vitesses de défilement dudit laser. On réalise ensuite sur le multicouche un motif

30 d'encollage 29 (indications écrites ou repères graphiques) correspondant au motif d'encollage réalisé

sur le document, par impression de la pellicule superficielle à l'aide de la première tête d'impression du dispositif périphérique. Cette impression avec un motif et/ou des éléments de repérage facilitera le positionnement de l'ensemble adhésif et pellicule superficielle découpé sur l'endroit du document que l'on veut encoller. Puis, on réalise une découpe sur le multicouche au moyen du laser, ceci afin de délimiter dans les deux couches supérieures du multicouche (pellicule superficielle et film d'adhésif) une zone englobant le motif d'encollage et dont les dimensions correspondent à la partie à encoller du document. On sépare ladite zone du support siliconé, on positionne la zone, côté film adhésif, sur le document en faisant correspondre les motifs d'encollage du document et de la pellicule superficielle et on retire la pellicule superficielle de ladite zone. Il faut noter que l'adhérence du film d'adhésif sur le document (papier bureautique standard) étant meilleure que son adhérence sur la pellicule superficielle, on pourra, une fois que l'élément découpé constitué de l'adhésif et de la pellicule superficielle aura été pressé sur la zone adéquate du document, retirer la pellicule superficielle sans que le film d'adhésif ne se décolle du document papier. Une fois la pellicule superficielle retirée, l'opérateur peut procéder à l'encollage d'une partie du document sur lequel se trouve le film d'adhésif ou d'un autre document. En effet, on pourra, au choix, encoller une autre zone du même document ou d'un autre élément papier prévu, ou alors on pourra

réaliser le report du document papier rendu adhésif sur un support.

Le film d'adhésif choisi sera un film adhésif adhérent par pression. L'adhésif peut avoir
5 deux faces identiques ou bien comporter une face bien adhérente sur le papier et une autre face (celle supportant la pellicule imprimable) qui soit à base de colle repositionnable.

10 En résumé, le dispositif selon l'invention lève les principaux obstacles représentés par :
- la nécessité de parvenir à une bonne qualité de découpe avec des sources lasers produisant des densités de puissances limitées et émettant à des longueurs
15 d'ondes où le papier est très peu absorbant,
- l'élimination des risques d'incendie, alors que le laser brûle le papier,
- l'utilisation de mécanismes de manipulation du papier sans que les chutes de découpes n'entraînent de
20 bourrage.

Le fait de rendre réalisable à l'aide d'un équipement de bureautique à faible coût l'ensemble des opérations nécessaires à la réalisation d'une structure éventuellement tridimensionnelle et imprimée ouvre de
25 nombreuses possibilités, comme celle de la récupération sur Internet d'objets tridimensionnels amusants, à vocation ludique et décorative, mais aussi publicitaires. On peut aussi envisager la réalisation de documents comportant des fenêtres, des onglets, des
30 œillets déjà perforés, des pliages, qui sont des applications réservées jusqu'à présent aux brochures

professionnelles. En particulier, le dispositif selon l'invention permet de réaliser de nombreux objets tels que :

- des rapports de plusieurs pages comportant des onglets qui permettent d'accéder directement aux chapitres figurant sur l'onglet; ou des fenêtres destinées par exemple à ne faire apparaître que le titre du rapport lorsque celui-ci est fermé, la première page masquant toutes les informations de la seconde page à l'exception de la zone de titre,
- des petits mémos comportant des formes expressives (cœur) ou amusantes et facilitant leur emploi (comme le marquage de plis dans une lettre devant être pliée),
- l'édition de documents comportant des parties détachables (factures, jeux, etc...),
- des petits objets ludiques ou publicitaires (avions en papier, effigies de personnages ou d'animaux...), obtenus par combinaison de découpe et de pliage, et éventuellement de collage.

20

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif d'encrage et de découpe selon l'invention,
- les figure 2A et 2B présentent une feuille de papier encrée et découpée selon l'invention,

30

- la figure 3 est un graphique présentant l'absorption d'un papier bureautique standard, encre ou non, en fonction de la longueur d'onde,
- les figures 4 et 5 présentent des exemples de
5 réalisation accessibles avec le dispositif selon l'invention à partir d'une feuille de papier standard.
- la figure 6 représente une tête de découpe,
- la figure 7 est un motif imprimé sur un support papier et destiné à la procédure d'alignement du laser
10 et de la tête d'encrage d'encre absorbante,
- la figure 8 est un multicouche utilisé au cours du procédé de réalisation d'une structure collée.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

15 Le dispositif périphérique, selon une version particulière de l'invention, est illustré dans la figure 1. Il comporte un moyen de préhension et de défilement 6 d'une feuille papier 3 sous la forme de rouleaux. Un porte-chariot 5, qui se déplace
20 parallèlement à l'axe des rouleaux, comporte une cartouche d'encre noire 4 et une cartouche d'encre couleur 4, et permet de réaliser l'impression du papier 3 par éjection d'encre. Tout cela est présent avec différentes variantes dans les imprimantes vendues dans
25 le commerce. Le dispositif selon l'invention comporte en outre une cartouche 1 contenant un réservoir d'encre absorbante dans le proche infrarouge. Cette encre pourra être, par exemple, l'encre présente dans les feutres marqueurs permanents de marque Reynolds, de
30 couleur noire ou bleue.

La cartouche d'encre absorbante a la capacité de projeter l'encre en des traits droits ou arrondis, continus ou interrompus, et dont la largeur peut être aussi faible que 80 μm .

5 La quantité d'encre projetée est significativement plus importante qu'avec les cartouches classiques, et comprise entre 0,5 et 5 nanolitres par mm de longueur pour un trait de largeur 80 μm .

10 La quantité d'encre ainsi que la nature de son solvant et de ses pigments la conduisent à être rapidement absorbée par les feuilles de papier ordinaire (papier bureautique standard de 80 g/m²) au point de traverser le papier (ou presque).

15 On utilise comme source laser 2 une diode laser émettant à 850 nm et capable d'émettre 2 watts en continu. Elle est montée sur le même chariot de déplacement latéral 5 que les têtes d'impressions 1 et 4, et a son rayonnement focalisé par une optique
20 adaptée. Cette optique focalise le rayonnement laser sur le papier avec une taille de spot voisine de 100 μm et ceci sur une profondeur de champ de 100 μm correspondant à l'épaisseur du papier.

 Le périphérique selon l'invention est
25 contrôlé par un ordinateur et des logiciels adaptés qui permettent de définir les mouvements, ainsi que le fonctionnement des buses d'impression et du laser. Plus précisément, ces logiciels permettent de définir les impressions à réaliser, ainsi que le schéma de découpe
30 et les zones de pliage. Grâce à la combinaison du moyen de défilement 6 du papier et de translation 2 du laser,

le laser passe sur les traits encrés à l'encre absorbante à une vitesse de 70 cm/min pour les traits à découper complètement, et à une vitesse de 2,5 m/min lorsqu'il s'agit seulement de faire un marquage de pli.

5 L'impression du papier, y compris avec l'encre absorbante, est faite lors d'un premier passage, puis le papier est replacé en début de page par le système de manipulation du papier et un deuxième passage du papier est consacré à la découpe à l'aide du laser 2.

10 Afin d'éviter le bourrage du dispositif de manipulation du papier, le système de découpe laisse des zones 13 qui vont permettre de maintenir solidaires certaines parties de la feuille découpée. La position et les caractéristiques de ces zones 13 ou languettes
15 de maintien sont déterminées par le système informatique, en tenant compte de la géométrie de la découpe visée et des efforts entraînés par la manipulation du papier. On voit par exemple sur la figure 2A un papier 3 comprenant des motifs d'encrage
20 absorbant 7, des motifs imprimés 8 ainsi que des indications utiles pour la finalisation de la découpe et du pliage 9. Après le passage du laser 2 (figure 2B), on obtient des lignes de découpe 11, des trous de découpe 12, des lignes de destruction partielles du
25 papier destinées au pliage 10 et des languettes 13 correspondant à une ablation partielle du papier. Ces languettes sont situées sur une ligne de découpe et permettent d'éviter le bourrage des parties découpées dans le système d'entraînement du papier.

Le dispositif périphérique et le système informatique selon l'invention permettent de réaliser de nombreux objets papier à partir d'une feuille de papier standard 3. Par exemple, on peut obtenir une
5 page de rapport comportant une fenêtre, des perforations destinées à insérer la feuille dans un classeur et un onglet (figure 4). Notons qu'on a fait figurer par des tirets(i) les découpes réalisées.

Selon un autre exemple de réalisation, en
10 plus de l'impression et de la découpe, on peut réaliser des collages. Dans cet exemple de réalisation, l'encre absorbante utilisée est composée d'un solvant et de pigments absorbant à la longueur d'onde de 1100 nm. La tête d'impression permet de réaliser des motifs à
15 l'aide de cette encre, avec une résolution au mieux de 40 μm . Le laser est une diode laser émettant à 1100 nm, capable d'émettre 1 watt en continu et ayant une surface d'émission de 1 μm x 100 μm . Le faisceau laser est focalisé au moyen d'une lentille de façon à obtenir
20 un spot d'un diamètre de l'ordre de 100 μm . Cette diode laser est montée dans une pièce en laiton comportant une base plate et comportant au centre un trou de diamètre 250 μm par lequel sort le faisceau laser. Le foyer de la diode laser se situe de 0 à 50 μm au-delà
25 de la base plate. La diode laser est montée sur son propre chariot de déplacement qui permet de réaliser un déplacement parallèle au rouleau d'entraînement de la feuille de papier. La base de la pièce de laiton est placée en contact avec la feuille de papier, sur la
30 face opposée à la face encrée avec les encres

d'impression et l'encre absorbante. On a deux avantages à attaquer la découpe du côté opposé à l'encrage :

- d'une part, on peut ainsi assurer le contact de la pièce de laiton sur la feuille de papier, sans risquer d'étaler l'encre d'impression qui ne serait pas totalement sèche,
- d'autre part, si l'encre absorbante pénètre incomplètement dans le papier, l'action de chauffage et d'ignition du laser est plus efficace sur la totalité de l'épaisseur du papier, du fait que l'absorption par le laser augmente au fur et à mesure que le rayonnement laser progresse dans le papier, alors même que ce rayonnement s'atténue en progressant.

On pourra avoir intérêt à ce que le système d'avance du papier soit distinct du système d'impression et se situe en aval de ce dernier. Ainsi, le périphérique peut imprimer et encrer une feuille, pendant qu'une feuille précédemment traitée est découpée. On peut aussi plus facilement optimiser l'environnement thermo-optique, en séparant l'étage de découpe et l'étage d'encrage.

Il est alors nécessaire d'avoir une procédure d'alignement efficace, au moins entre le laser et l'encre absorbante, pour pouvoir tenir compte des jeux qui peuvent exister entre les deux étages du système de manipulation de papier, et les décalages dus au montage des cartouches ou des têtes d'impression. Pour cela, on pourra réaliser le motif en échelle encrée à l'encre absorbante comportant des repérages imprimés (voir la figure 7). Le laser découpera les montants 23 de l'échelle, et fera pour chaque barreau

22 une hypothèse différente sur le décalage entre
l'étage d'impression et l'étage de découpe.
L'observation par l'utilisateur du barreau donnant lieu
à une ouverture complète lui permettra de renseigner le
5 système sur l'état de décalage.

On pourra choisir d'insérer dans ce
dispositif des feuilles d'adhésif ou multicouches
comportant un support siliconé (par exemple un papier
10 siliconé), une feuille d'adhésif absorbante à la
longueur d'onde du laser et une pellicule en papier,
cette pellicule étant imprimable ainsi qu'absorbante
dans le proche infrarouge.

Le système pourra réaliser des découpes dans les deux
15 couches superficielles uniquement (feuille d'adhésif et
pellicule imprimable), à l'aide du laser et sans
encrage à l'encre absorbante au préalable, en ayant
toutefois pris soin de reporter au préalable tous les
repérages utiles grâce à une impression sur la
20 pellicule supérieure. On peut ainsi disposer de films
de colles transférables, parfaitement ajustés aux
dimensions requises et réalisés en cohérence avec les
objets. Par exemple, on pourra réaliser une languette
de colle en cohérence avec la languette k de l'objet
25 papier représenté dans la figure 5, cette languette
étant nécessaire pour transformer l'objet plié en un
volume. L'objet papier représenté sur la figure 5, qui,
une fois monté, forme une pyramide, comporte des
découpes i (tirets), des marquages de pli j (traits
30 mixtes), des indications imprimées 9 ainsi qu'une
languette destinée au collage k.

BIBLIOGRAPHIE

- 5 [1] Brevet américain US5557311, délivré le 17
septembre 1996.
- [2] Brevet américain US5760369, délivré le 2 juin
1998.
- 10 [3] Brevet américain US5556826, délivré le 17
septembre 1996.
- [4] « Laser Machining, Theory and Practice », Georges
Chryssolouris, Springer, 1981, p 261.
- 15 [5] « Laser interaction with coated collagen and
cellulose fibre composites : fundamentals of
laser cleaning of ancien parchment manuscript and
paper », par Kautek W., Pentzien S., Rudolph P.,
20 Kruge J., Konig E., Applied Surface Science,
129 :746-754 , mai 1998.
- [6] « Multipass laser ablation of three coloured ink
from a paper substrate » par Steward R., Li L.
25 Thomas D., Journal of Materials Processing
Technology 114 (2) : 161-167, 20 juillet 2001.
- [7] Brevet américain US6117061, délivré le 12
septembre 2000.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif périphérique comprenant des moyens d'impression d'une feuille de papier, des moyens de découpe de ladite feuille de papier et des moyens de réception d'instructions, caractérisé en ce que les moyens d'impression comportent une première tête d'impression (4) par éjection d'encre, alimentée par une cartouche d'encre conventionnelle, pour imprimer du texte (9) ou des dessins sur la feuille de papier (3) en fonction des instructions reçues, une deuxième tête d'impression (1) par éjection d'encre, alimentée par une cartouche d'encre absorbante capable de pénétrer en profondeur dans la feuille de papier, pour éjecter en fonction des instructions reçues l'encre sur des endroits à découper, et les moyens de découpe comportent un laser (2) de faible puissance émettant, en fonction d'instructions reçues, un faisceau laser à une longueur d'onde absorbée par les endroits encrés à l'encre absorbante (7), la puissance du laser étant suffisante pour obtenir la découpe (11) de la feuille de papier aux endroits encrés et/ou une ablation partielle (10,13) du papier.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'encre absorbante comporte des pigments minéraux ou organiques et un solvant.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'encre absorbante est conçue de sorte que les endroits encrés à l'encre absorbante (7)

absorbent au moins 50% du faisceau laser à sa longueur d'onde de fonctionnement.

4. Dispositif selon la revendication 1,
5 caractérisé en ce que l'encre absorbante est conçue de sorte que les endroits encrés à l'encre absorbante (7) absorbent 80% ou plus du faisceau laser à sa longueur d'onde de fonctionnement.

10 5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que l'encre absorbante conserve ses bonnes propriétés d'absorption à la longueur d'onde du laser jusqu'à une température d'au moins 200°C et de préférence jusqu'à 250°C.

15 6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'encre absorbante comporte un constituant qui produit une combustion exothermique lorsqu'il atteint une température critique, cette
20 température critique étant comprise entre 150°C et 400°C.

7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'encre absorbante est incolore
25 dans le domaine visible.

8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'encre absorbante est blanche dans le domaine visible.

9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième tête d'impression (1) éjecte de l'encre de façon à imprimer des motifs sous forme de traits, de tirets ou de points dont la largeur n'excède pas 500 μm .

10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième tête d'impression (1) éjecte une quantité d'encre comprise entre 0,5 et 5 nl par mm de trait de découpe.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laser (2) émet un faisceau laser à une longueur d'onde comprise entre 650 et 1600 nm.

12. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laser (2) a une puissance lumineuse moyenne comprise entre 0,5 et 10 watts.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le laser (2) a une puissance lumineuse moyenne comprise entre 1 et 4 watts.

14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que, si le laser (2) fonctionne en mode pulsé, la puissance moyenne du laser est au minimum 100 fois inférieure aux puissances de crêtes du laser.

15. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que, si le laser (2) fonctionne en mode pulsé, la puissance moyenne du laser est au minimum 10 fois inférieure aux puissances de crêtes du laser.

16. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laser (2) comprend une ou plusieurs diodes semi-conductrices.

17. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laser (2) comprend un dispositif de focalisation (18) du faisceau laser.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que le dispositif de focalisation (18) du faisceau laser fournit un spot dont les dimensions sont comprises entre 10 μm et 400 μm , sur une profondeur de champ d'au moins 80 μm .

19. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'impression et les moyens de découpe de la feuille de papier sont situés sur le même chariot de déplacement latéral (5).

20. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins une face de la feuille de papier (3) au voisinage de la zone illuminée par le laser se trouve en contact avec un matériau dont la diffusivité thermique est au minimum dix fois supérieure à celle du papier.

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que le matériau (17) en contact avec la feuille de papier au voisinage de la zone illuminée par le laser est sous la forme d'une tête de découpe laser qui comporte :

- une zone de contact avec la feuille ayant une surface d'au moins $0,5\text{cm}^2$,
- une partie ajourée dans cette zone de contact permettant le passage du faisceau laser (19) et ayant, à l'endroit où elle est en contact avec le papier, une section égale ou supérieure à 1mm^2 ,
- une arrivée d'air pur (20) et un conduit d'évacuation des fumées de combustion (21).

22. Procédé d'alignement d'une cartouche d'encre conventionnelle (4) et du faisceau laser du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'il est réalisé de la manière suivante :

- réalisation d'une première série de marques parallèles sur une feuille de papier à l'aide de la cartouche d'encre de la première tête d'impression (4), ces marques étant séparées d'un premier pas déterminé,
- réalisation, en face de la première série de marques, d'une deuxième série de marques parallèles à l'aide de la cartouche d'encre de la deuxième tête d'impression (1), lesdites marques de la deuxième série ayant une largeur d'encrage suffisante pour compenser le désalignement possible entre la cartouche d'encre absorbante et le laser, et étant séparées d'un deuxième pas déterminé différent du premier pas,

- réalisation de découpes laser (partielles ou totales) à l'aide du laser (2) sur la série de marques encrées à l'encre absorbante,
- observation des découpes et désignation à l'imprimante ou à l'ordinateur pilote des marques imprimées à l'encre conventionnelle qui coïncident avec les découpes.

23. Procédé d'alignement d'une cartouche d'encre absorbante (1) et du faisceau laser du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'il est réalisé de la manière suivante :

- réalisation d'une zone de marques parallèles sur une feuille de papier à l'aide de la cartouche d'encre absorbante de la deuxième tête d'impression, chaque marque étant séparée d'un premier pas déterminé et ayant une largeur qui ne dépasse pas celle du spot laser,
- utilisation du faisceau laser pour réaliser des lignes de spots dans la zone de marques, les lignes de spots étant parallèles aux marques précédentes et étant séparées d'un pas déterminé différent du premier pas,
- observation des marques et désignation à l'imprimante ou à l'ordinateur pilote des marques qui ont subi une découpe.

24. Procédé d'ajustement de la vitesse de découpage du dispositif selon l'une quelconques des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'il est réalisé de la manière suivante :

- réalisation de marques sur une feuille (3) à l'aide de la cartouche d'encre de la deuxième tête d'impression,
- passages du spot laser sur ces marques à différentes vitesses,
- observation des conditions à partir desquelles on obtient une découpe complète.

25. Système informatique comprenant, d'une part un ordinateur et un logiciel, et d'autre part un dispositif périphérique selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, l'ordinateur et le logiciel permettant de définir des motifs à découper (7) en cohérence avec les motifs à imprimer (8) que l'on veut réaliser sur une feuille de papier, et fournissant au dispositif périphérique des instructions permettant à ce dernier de réaliser ces impressions et découpes.

26. Système selon la revendication 25, caractérisé en ce que l'ordinateur et le logiciel fournissent des instructions au dispositif périphérique permettant de réaliser des interruptions dans la découpe du papier par rapport au motif de découpe visé.

27. Système selon la revendication 26, caractérisé en ce qu'il distingue les zones de papier découpées à éliminer que l'opérateur doit achever d'enlever à la main à l'aide d'un marquage approprié (9) réalisé avec la première tête d'impression (4).

28. Procédé de création de documents ou d'objets papiers caractérisé par le fait qu'il utilise le système informatique selon l'une des revendications 25 à 27.

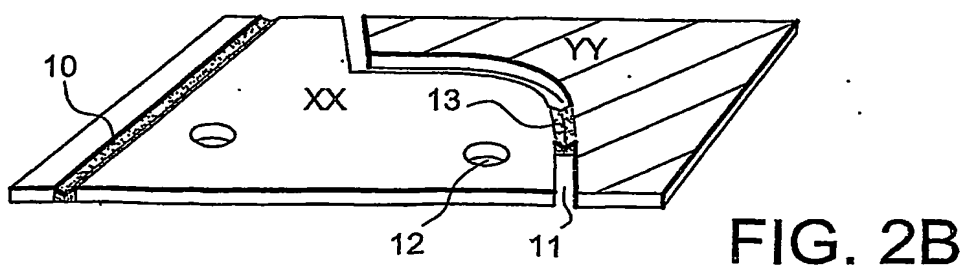
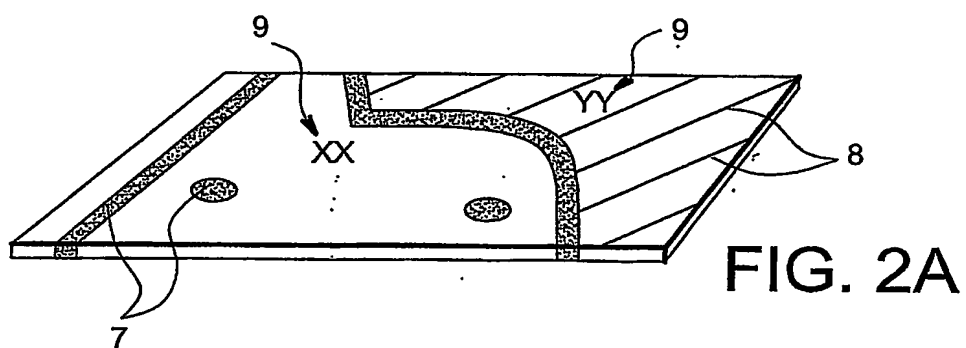
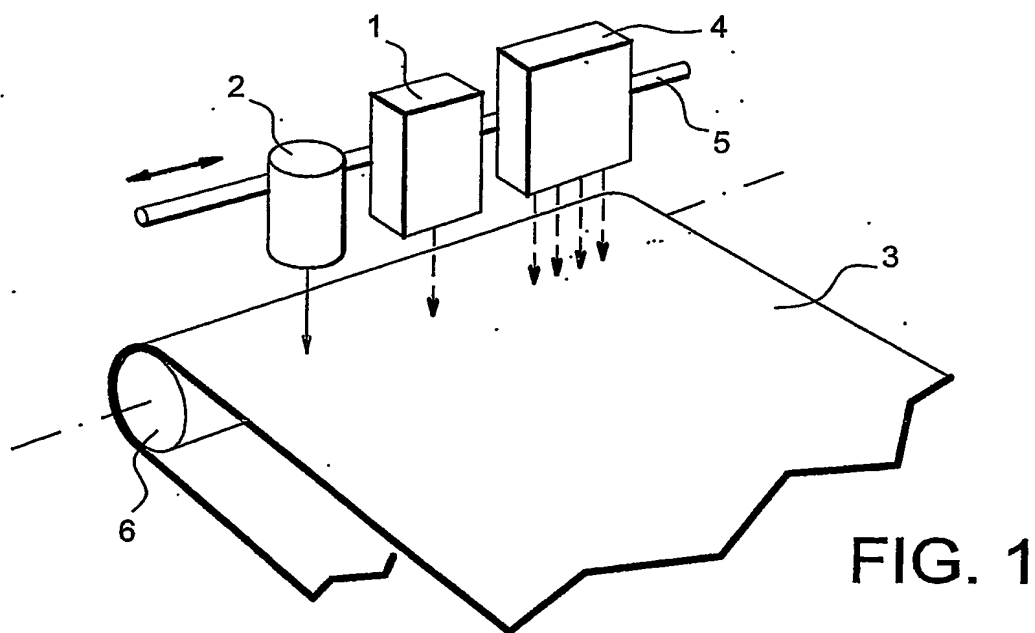
5

29. Procédé de réalisation d'une structure collée comprenant les étapes suivantes :

- on réalise un document à partir d'une feuille de papier (3) au moyen du système informatique selon l'une
10 quelconque des revendications 25 à 27, ledit document comportant au moins une partie à encoller repérée par un motif d'encollage,
- on fournit au dispositif périphérique un multicouche comportant successivement un support siliconé (25), un
15 film d'adhésif (26) et une pellicule superficielle imprimable (27), le film d'adhésif (26) adhérent mieux à la pellicule (27) qu'au support (25), et adhérent mieux au document réalisé dans la première étape qu'à la pellicule (27), la pellicule (27) et le film
20 d'adhésif (26) étant absorbant à la longueur d'onde de fonctionnement du laser,
- on réalise sur le multicouche un motif d'encollage (29), correspondant au motif d'encollage réalisé sur le document, par impression de la pellicule superficielle
25 à l'aide de la première tête d'impression du dispositif,
- on réalise une découpe (28) sur le multicouche au moyen du laser, pour délimiter dans la pellicule superficielle (27) et le film adhésif (26) une zone
30 englobant le motif d'encollage et de dimension correspondant à la partie à encoller du document,

- on sépare ladite zone du support siliconé,
- on positionne la zone, côté film adhésif, sur le document en faisant correspondre les motifs d'encollage du document et de la pellicule superficielle,
- 5 - on retire la pellicule superficielle de ladite zone,
- on procède à l'encollage d'une partie du document sur lequel se trouve le film d'adhésif ou d'un autre document.

1 / 3



2 / 3

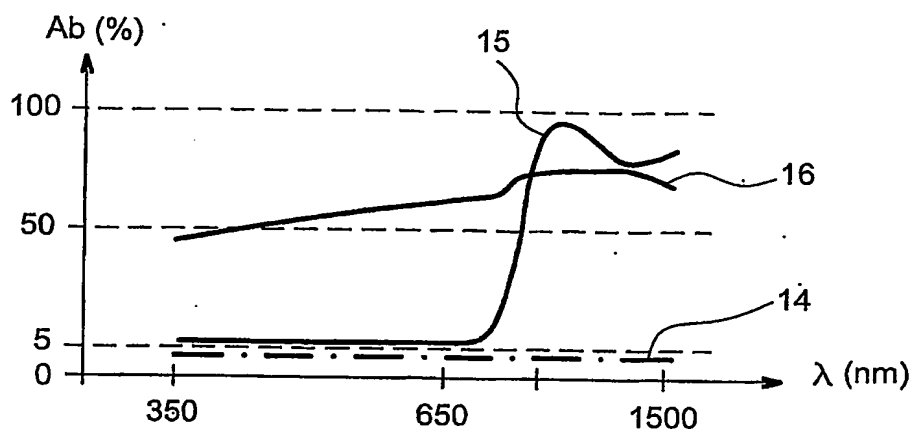


FIG. 3

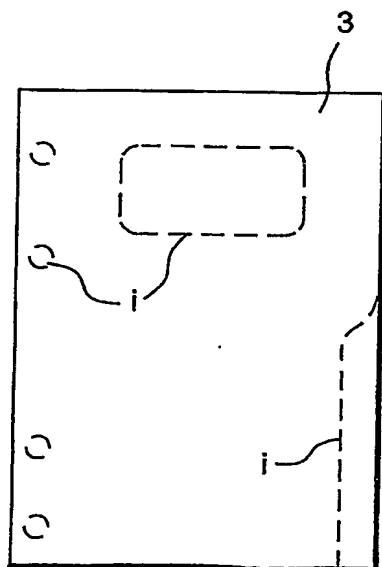


FIG. 4

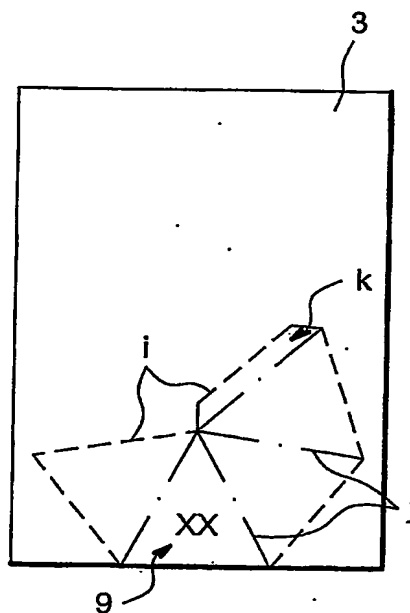


FIG. 5

3 / 3

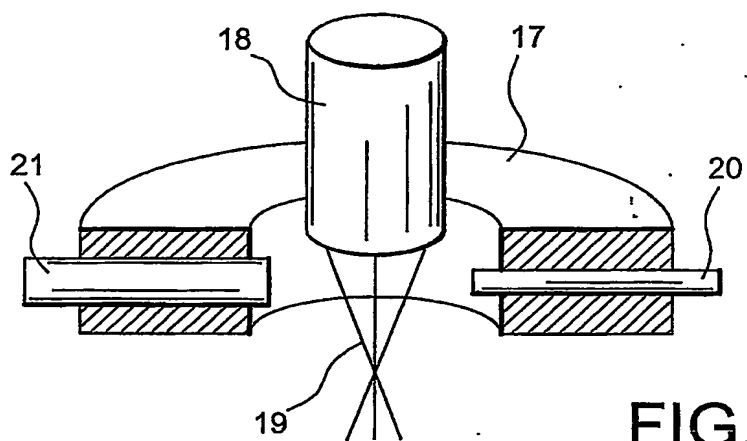


FIG. 6

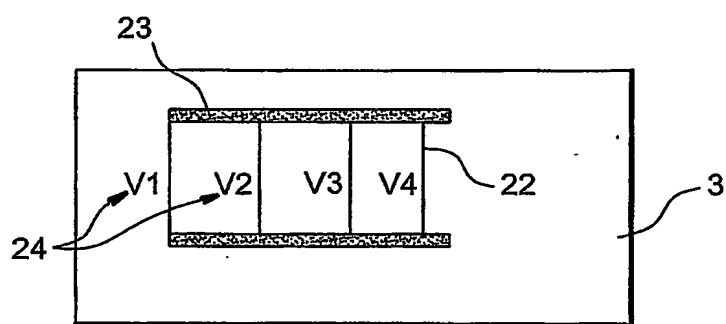


FIG. 7

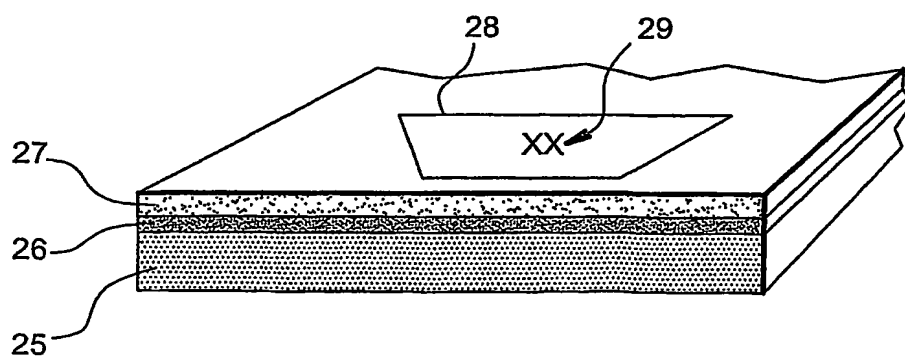


FIG. 8